

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-088112

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

H03H 9/64

H03H 9/145

H03H 9/25

(21)Application number : 09-248858

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 12.09.1997

(72)Inventor : MATSUDA TAKASHI

IGATA OSAMU

SATO YOSHIO

KAWAUCHI OSAMU

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve attenuation outside a pass-band without enlarging a chip size by forming the electrode finger of at least one acoustic wave resonator pair of the first and the second acoustic wave resonator pairs to be provided with more than two different cycles.

**SOLUTION:** An electrode pattern in the center part of the surface acoustic wave resonator is a comb-shaped electrode part 1 and is a part to be, so to speak, an interdigital transducer(IDT) for exciting surface acoustic wave. In IDT 1, plural electrode fingers 6 are respectively extended in a comb-shape from two signal terminal parts 4 and surface acoustic wave is excited in a left and right direction in a part where the electrode fingers 6 are intersected. The electrode fingers 6 and the intervals between them are respectively same and the cycles of the electrode fingers 6 are also same. The electrode patterns at the both sides of IDT 1 are reflectors 2a and 2b, the width and the interval of grid-shaped electrodes 5 are different at random and the interval is decided so as to permit the cycle to be within a prescribed range.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-88112

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I		
H 0 3 H	9/64	H 0 3 H	9/64	Z
	9/145		9/145	D
	9/25		9/25	Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平9-248858	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号
(22) 出願日	平成9年(1997) 9月12日	(72) 発明者	松田 隆志 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	伊形 理 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 野河 信太郎

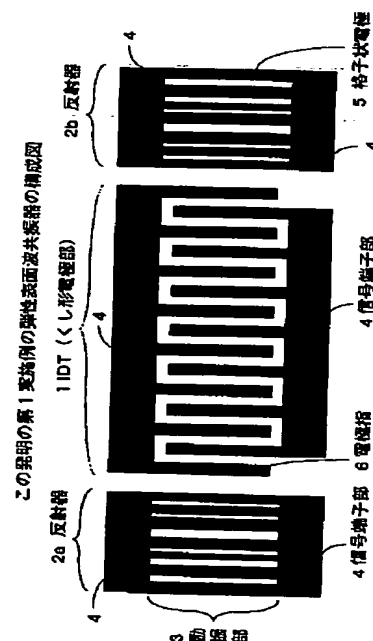
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波素子

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、弾性表面波素子に関し、通過帯域外抑圧度の改善と弾性表面波フィルタチップサイズの減少を課題とする。

【解決手段】 所定の共振周波数を有する第1の1端子対弾性表面波共振器を並列腕に、該第1の1端子対弾性表面波共振器の反共振周波数に略一致する共振周波数を有する第2の1端子対弾性表面波共振器を直列腕にそれぞれ複数個配列した梯子型の弾性表面波素子であって、前記第1及び第2の1端子対弾性表面波共振器が所定数の電極指を有するくし形電極部から構成され、第1及び第2の1端子対弾性表面波共振器のうち、少なくとも1つの1端子対弾性表面波共振器の電極指が、2つ以上の異なる周期を持つように形成されたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の共振周波数を有する第 1 の 1 端子対弾性表面波共振器を並列腕に、該第 1 の 1 端子対弾性表面波共振器の反共振周波数に略一致する共振周波数を有する第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器を直列腕にそれぞれ複数個配列した梯子型の弾性表面波素子であって、前記第 1 及び第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器が所定数の電極指を有するくし形電極部から構成され、第 1 及び第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器のうち、少なくとも 1 つの 1 端子対弾性表面波共振器の電極指が、2 つ以上の異なる周期を持つように形成されたことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 2】 少なくとも 1 つの 1 端子対弾性表面波共振器の電極指が、所定の区間ごとに異なる周期を持つように形成されることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波素子。

【請求項 3】 2 つ以上の異なる周期を持つ電極指が、前記第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器の一つに形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波素子。

【請求項 4】 2 つ以上の異なる周期を持つ電極指が、前記第 1 の 1 端子対弾性表面波共振器の一つに形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波素子。

【請求項 5】 前記第 1 の 1 端子対弾性表面波共振器と第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器は、それぞれ 2 つ以上の異なる周期を持つ電極指が形成された 1 端子対弾性表面波共振器を少なくとも 1 つ備えていることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波素子。

【請求項 6】 前記第 1 及び第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器が、弾性表面波の伝搬方向と平行な方向であって前記くし形電極部の両側に反射器を備え、その反射器は所定数の格子形状の電極指を有し、前記電極指が、弾性表面波の伝搬方向と平行な方向に配列され、かつランダムな周期を持つことを特徴とする請求項 1 から 5 に記載されたいずれかの弾性表面波素子。

【請求項 7】 所定の共振周波数を有する第 1 の 1 端子対弾性表面波共振器を並列腕に、該第 1 の 1 端子対弾性表面波共振器の反共振周波数に略一致する共振周波数を有する第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器を直列腕にそれぞれ複数個配列し、前記第 1 及び第 2 の 1 端子対弾性表面波共振器が、所定数の電極指を有するくし形電極部と、弾性表面波の伝搬方向と平行な方向であって前記くし形電極部の両側に、所定数の格子状電極を有する反射器を備え、前記格子状電極は、弾性表面波の伝搬方向と平行な方向に配列され、前記格子状電極の幅及び間隔のそれぞれが任意の値を持つように形成してその周期をランダムにしたことを特徴とする弾性表面波素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、弾性表面波素子に関し、特に小型通信機器等のフィルタとして用いられる弾性表面波素子の構造に関する。弾性表面波素子としては、インターデジタルトランスデューサ（IDT）と、その両側に配置された反射器とから構成された弾性表面波共振器がある。

【0002】

【従来の技術】近年、移動体通信機器の開発が盛んに行われているが、小型、軽量化、低コスト化の要求に対応するためこれらの機器に用いられるフィルタとして弾性表面波フィルタが利用されている。弾性表面波フィルタは、複数個の弾性表面波共振器を直列あるいは並列に接続して構成される。以下、直列接続される弾性表面波共振器を直列共振器、並列接続される弾性表面波共振器を並列共振器と呼ぶ。

【0003】図 13 に、従来の弾性表面波共振器の構成図を示す。弾性表面波共振器は、IDT1 と反射器 20 とから構成される。ここで、IDT1 は、くし形状の一定幅の電極指 6 が一定間隔で配置され、反射器 20 は一定間隔のスリットを持つ格子形状の電極 5 から構成されている。また、IDT1 と反射器 20 は、ともに中央部分の励振部 3 と、その両側の信号端子部 4 とから構成される。

【0004】従来、励振する弾性表面波の周波数が決まれば、一つの弾性表面波共振器における IDT の電極指の幅、電極指の間隔、反射器の電極の幅、反射器のスリット間隔は決定できるが、それぞれ一定の値として設計していた。すなわち電極指及び反射器とも一つの周期を有していた。たとえば、中心周波数  $f: 2.45 \text{ MHz}$  の弾性表面波を励振する場合には、IDT のくし形電極の幅:  $3.2 \mu\text{m}$ 、IDT のくし形電極の間隔:  $3.2 \mu\text{m}$ 、IDT の電極周期  $\lambda: 12.8 \mu\text{m}$ 、反射器の電極の幅:  $3.2 \mu\text{m}$ 、反射等のスリット間隔:  $3.2 \mu\text{m}$ 、圧電基板の材料: ST カット水晶とした弾性表面波共振器を用いることができた。この場合、弾性表面波の速度は  $v = f \lambda = 3136 \text{ m/sec}$  程度となる。

【0005】このように、弾性表面波共振器の電極指の幅等の寸法を一定の値とし、電極指がただ一つの周期を持つ場合は、並列共振器の共振周波数、あるいは直列共振器の反共振周波数の付近で、弾性表面波フィルタの通過帯域特性の帯域外の抑圧度を大きくすることが可能であった。しかし、抑圧度を大きくすることのできる周波数範囲はごく狭い範囲に限られていた。

【0006】したがって、ある帯域幅について所定の抑圧度が要求される場合には、異なった電極周期を持つ直列共振器あるいは並列共振器を適当に組み合わせて抑圧度を調整するようにしていた。すなわち、直列共振器の反共振周波数及び並列共振器の共振周波数を異ならせて、いくつか組み合わせることによって所定の周波数範囲

について所望の抑圧度を得ていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような異なった周期を持つ複数の弾性表面波共振器を直列あるいは並列に組み合わせたフィルタでは、共振器の数が増えるため、フィルタのチップサイズ（面積）が大きくなるという問題点があった。また、弾性表面波フィルタの通過帯域の高周波側には、直列共振器の反射器の電極の周期に依存したリップルが発生していた。このリップルは周波数帯域外の抑圧度にも影響をもたらし、ある周波数範囲の抑圧度を高く取ることができないという問題点もあった。

【0008】この発明は、以上のような事情を考慮してなされたものであり、弾性表面波素子を用いた弾性表面波フィルタのチップサイズを大きくすることなく、通過帯域外の抑圧度を改善することのできる弾性表面波素子を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、所定の共振周波数を有する第1の1端子対弾性表面波共振器を並列腕に、該第1の1端子対弾性表面波共振器の反共振周波数に略一致する共振周波数を有する第2の1端子対弾性表面波共振器を直列腕にそれぞれ複数個配列した梯子型の弾性表面波素子であって、前記第1及び第2の1端子対弾性表面波共振器が所定数の電極指を有するくし形電極部から構成され、第1及び第2の1端子対弾性表面波共振器のうち、少なくとも1つの1端子対弾性表面波共振器の電極指が、2つ以上の異なる周期を持つように形成されたことを特徴とする弾性表面波素子を提供するものである。

【0010】また、この発明は、所定の共振周波数を有する第1の1端子対弾性表面波共振器を並列腕に、該第1の1端子対弾性表面波共振器の反共振周波数に略一致する共振周波数を有する第2の1端子対弾性表面波共振器を直列腕にそれぞれ複数個配列し、前記第1及び第2の1端子対弾性表面波共振器が所定数の電極指を有するくし形電極部と、弾性表面波の伝搬方向と平行な方向であって前記くし形電極部の両側に、所定数の格子状電極を有する反射器を備え、前記格子状電極は、弾性表面波の伝搬方向と平行な方向に配列され、前記格子状電極の幅及び間隔のそれぞれが任意の値を持つように形成してその周期をランダムにしたことを特徴とする弾性表面波素子を提供するものである。

【0011】このような弾性表面波素子を用いて弾性表面波フィルタを構成すれば、フィルタチップのサイズを大きくすることなく、通過帯域外の抑圧度を改善することができる。

【0012】以下、1端子対弾性表面波共振器を弾性表面波共振器又は単に共振器と呼ぶ。弾性表面波共振器は、圧電基板上に接着された金属材料で作られる。圧電

基板としては、水晶、 $\text{LiTaO}_3$ などが用いられ、金属材料としては、アルミニウムAl、金Au、銅Cu、チタンTiなどが用いられる。金属材料は、 $0.3\mu\text{m}$ 程度の厚さの薄膜として形成される。くし形電極部はいわゆるIDTと呼ばれる部分であり、ここで所定の周波数を有する弾性表面波が励振される。IDTは、一般に、その中央部分にくし形に交差した電極指を備え、電極指のつけ根部分は、電気信号を入出力するための信号端子部が設けられる。信号端子部は、電極指と同じ金属材料で形成され、一般に入力用と出力用に2つある。

【0013】入力用信号端子部から延伸した複数の電極指と、出力用信号端子部から延伸した複数の電極指とが交互にくし形形状に交差するが、たとえば、入力用信号端子部から延伸した電極指の配列の繰返し間隔を「周期」と呼ぶ。すなわち、電極指の幅とその間隔の和が一周期である。この発明では、すべての電極指について周期は一定ではなく、少なくとも1つの弾性表面波共振器について2つ以上の周期を持つように、電極指の幅及び間隔が設計される。ここで電極指の幅と間隔とによって規定される周期の配置は、弾性表面波共振器のくし形電極部の任意の位置にあればよく、特に限定するものではない。たとえば、弾性表面波共振器のくし形電極部の左側半分に1つの周期を配置し、その右側の一部に異なる周期を配置し、さらにその右側にその他の周期を配置するようにしてもよい。また、2つ以上の周期をランダムに配置してもよい。

【0014】反射器は、その中央部分に格子状電極を備え、格子状電極の両端のつけ根部分は、IDTの信号端子部と同様の構造を持つ。すなわち反射器を構成する格子状電極の両端は、それぞれ信号端子部によって電氣的に接続されている。隣接する格子状電極どおしの間には金属材料のないスリットが形成されているが、格子状電極の幅と間隔（スリットの幅）との合計が、格子状電極の周期となる。この発明における弾性表面波共振器の反射器の格子状電極の周期をすべて一定としてもよいが、所定の弾性表面波共振器についてのみ反射器の格子状電極の周期をランダムにしてもよい。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳述する。なお、これによってこの発明が限定されるものではない。

#### 第1実施例

ここでは、弾性表面波共振器の反射器の格子状電極の周期を異ならせた実施例を示す。図1は、この発明の第1の実施例の弾性表面波共振器の構成図を示す。同図において、中央部分の電極パターンがくし形電極部1であり、弾性表面波を励起するいわゆるインターデジタルトランスデューサー（IDT）となる部分である。IDT1の両側にある電極パターンが反射器2a、2bである。

【0016】これらの電極パターンはアルミニウムなどの金属材料が用いられ、表面上に弾性波を励振することのできる圧電基板上に薄膜として形成される。圧電基板としては、水晶、 $\text{LiTaO}_3$ などを用いる。IDT1は、2つの信号端子部4から、それぞれくし形状に複数本の電極指6が伸びており、電極指が交差する部分で紙面の左右方向に弾性表面波が励振される。IDT1の電極指の紙面の左右方向の幅はすべて同一であり、隣接する電極指間の間隔も同一とする。すなわち、IDT1の電極指の周期 $\lambda$ は同一である。たとえば周期 $\lambda=2.06\mu\text{m}$ とする。

【0017】反射器2a、2bは、複数の格子状電極5からなる励振部3と、その両側の信号端子部4とから構成される。ここで、従来の反射器とは異なり、格子状電極5の幅及び間隔がランダムに異なることが特徴である。

【0018】たとえば、IDTの電極指の周期を $\lambda(=2.06\mu\text{m})$ としたとき、反射器2a、2bの格子状電極5の周期を $\lambda$ を中心として、 $\lambda$ の $\pm 1.5\%$ 程度以内で任意の値を持つようにする。すなわち、格子状電極5の周期を、 $99.85\lambda$ から $100.15\lambda$ の範囲内でランダムに変化させる。具体的には、各格子状電極5の周期が前記範囲内となるように、各格子状電極5の幅及びその間隔を決定する。

【0019】図1のような弾性表面波共振器は、弾性表面波フィルタの直列共振器又は並列共振器のどちらに使用しても帯域外の抑圧度の改善が可能であるが、ここでは、直列共振器に図1の弾性表面波共振器を使用した実施例を示す。直列共振器のIDTの電極指6を62対とし、反射器2a、2bの格子状電極5の数を124本とする。

【0020】図2に、第1実施例の弾性表面波共振器を用いた弾性表面波フィルタの回路図を示す。ここで、S1、S2、S3は直列共振器であり、P1、P2、P3は並列共振器である。直列共振器S1、S2、S3には図1で示したように、反射器2a、2bの格子状電極5の周期をランダムに変化させたものを用いる。並列共振器P1、P2、P3は、従来から用いられているものと同様に、一定周期の格子状電極を持つ弾性表面波共振器を用いるものとする。

【0021】図3に、このような回路構成を持つ弾性表面波フィルタの帯域通過特性（周波数－減衰量）を示す。図3において、実線はこの発明の図1の共振器を直列共振器に用いた場合の特性であり、破線は比較のために示した従来の特性である。従来のものは、図2と同じ回路構成とし、直列共振器及び並列共振器とも一定周期の格子状電極を備えるものである。

【0022】この図を比較すれば、通過帯域1850MHz付近の特性はどちらもほぼ同じであるが、高域側の帯域外の特性、すなわち抑圧度が実線の方が改善されて

いることがわかる。すなわち、直列共振器の反射器の格子状電極の周期をランダムに変化させた場合、1950MHzから2050MHz付近にかけての減衰量が大きくなっている。

【0023】また、図3において、2000MHz付近に出ていたリップルも実線の方が8dB程度減少していることがわかる。このようにリップルの大きさが減少したのは、反射器の格子状電極5の周期をランダムに変化させたことにより、この周期に依存していたリップルが分散されたためと考えられる。すなわち、ある特定の周波数帯域の抑圧度を低減させたい場合には、反射器の格子状電極5の周期をランダムに変化させればよい。

【0024】図14に、この発明の第1実施例における反射器の周期（規格化周波数）と反射率の関係のグラフを示す。ここで、反射器の格子状電極の本数は100本とする。横軸は、電極膜厚で規格化した周波数を示しており、中心周波数 $f_0$ が1の位置となる。IDTの電極周期 $l$ を $4.80\mu\text{m}$ 、電極膜厚 $h$ を $336\text{nm}$ とすると、IDTの周波数が800MHz帯の場合、 $h/l=0.07$ となる。図14のグラフでは、3通りの $h/l$ に対する反射率の変化を示している。このグラフから規格化周波数に対し、反射器の周期をずらしたときの反射率の変化がわかる。反射率が高いほど、すなわち1に近いほど反射器として有効に作用していることを意味する。たとえば、800MHz帯において、 $h/l=0.07$ の場合、 $f_0 \pm 2.37\%$ （すなわち、 $\lambda \pm 2.37\%$ ）程度の範囲内であれば、反射率が1に近い値となり、反射器として十分な性能を発揮できる。

#### 【0025】第2実施例

ここでは、弾性表面波フィルタの直列共振器のIDTの電極指が、2つの周期を持つ実施例について説明する。図4に、この発明の第2実施例の弾性表面波フィルタの回路図を示す。2つの直列共振器S4、S5と1つの並列共振器P4とで構成されるフィルタであるが、直列共振器S4、S5はともに2つの周期を持つ共振器とし、並列共振器P4は1つの周期を持つ共振器とする。

【0026】図5にこの発明の第2実施例の直列共振器に用いる弾性表面波共振器の構成図を示す。図5において、直列共振器のIDT1のくし形電極部は、2つの区間に分離されており、区間1及び区間2の電極指6の周期( $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ )が異なる。また、反射器2a、2bは、図1の第1実施例で示したのと同様に、格子状電極5がランダムに変化した構成とする。

【0027】図4の直列共振器S4において、IDT1の電極指の周期： $\lambda_1=4.6\mu\text{m}$ 、 $\lambda_2=4.54\mu\text{m}$ 、開口長 $7=100\mu\text{m}$ 、電極指の対数=78対とし、直列共振第S5において、IDT1の周期： $\lambda_1=4.58\mu\text{m}$ 、 $\lambda_2=4.52\mu\text{m}$ 、開口長 $7=100\mu\text{m}$ 、電極指の対数=78対とする。また、図4の並列共振器P4では電極指の周期を $4.8\mu\text{m}$ 、開口長=1

20  $\mu\text{m}$ 、電極指の対数=78対とする。ここで開口長7とは、図5に示すように、弾性表面波の伝搬方向から見て、IDTの隣接する電極指6が、互いに交差している部分の長さをいう。また、区間1及び区間2の幅及びその割合は特に限定するものではない。周期 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ が2つの領域に分割されていればよい。

【0028】直列共振器S4、S5は、それぞれ2つの周期 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を持つが、この周期に対応する共振周波数を $f_1$ 、 $f_2$ とする。一般に励振される弾性表面波の速度をVとすると、 $V$  (速度) =  $f$  (共振周波数)  $\times \lambda$  (電極指の周期) という関係式が成り立つ。速度Vは、使用する圧電基板によって一定値に決定される。たとえば、36度Yカットx伝搬LiTaO<sub>3</sub>を用いると、 $V=4100\text{m/sec}$ 程度となる。したがって周期 $\lambda_1=4.60\mu\text{m}$ のとき、 $f_1=891.3\text{MHz}$ 程度となる。

【0029】図6に、この発明の第2実施例の帯域通過特性図(周波数-減衰量)を示す。同図において、通過帯域の高周波側の帯域外領域である871MHzから915.6MHzの周波数領域で20dB以上の抑圧度が確保されていることがわかる。また、860MHzから900MHzの領域内にある4つの極小ピーク値は、それぞれ直列共振器の周期4.60 $\mu\text{m}$ 、4.58 $\mu\text{m}$ 、4.54 $\mu\text{m}$ と4.52 $\mu\text{m}$ に対応するものである。

【0030】このように、44.6MHz (=915.6-871MHz) という広範囲の通過帯域外で、20dB以上の抑圧度を確保できるので、所望の周波数領域がこの44.6MHzの帯域範囲内にある場合で高い抑圧度を必要とする場合には、この第2実施例の弾性表面波フィルタを利用することができる。すなわち従来のように、抑圧度を必要とする帯域に合うように、その都度別々に共振器の数や周期を設計する必要はない。また後述するように、1つの直列共振器内に、2つの周期を備えているので、従来のように異なる周期を備えた直列共振器をその周期の数だけ用意する場合よりもフィルタチップ面積を小さくできる。

【0031】比較例として、図7、図8、図9に、従来用いられていた弾性表面波フィルタの通過特性図(周波数-減衰量)を示す。図7、図8に示した従来の弾性表面波フィルタの回路構成は、図4と同様に、2つの直列共振器と1つの並列共振器からなる。ただし、図8に示したものは、2つの直列共振器の周期すなわち共振周波数が異なる場合である。

【0032】また図9の従来の弾性表面波フィルタの回路構成は、図10に示すように、4つの直列共振器(S10~S13)と1つの並列共振器P10からなり、4つの直列共振器は、それぞれ異なる周期、共振周波数を持つ。これらの従来の弾性表面波フィルタの直列共振器及び並列共振器は、いずれも1つの周期を備えるものであり、この発明のように、1つの共振器の中に、2つ以

上の周期を備えるものではない。

【0033】図7において、2つの直列共振器のIDTの電極指の周期=4.60 $\mu\text{m}$ 、並列共振器のIDTの電極指の周期=4.80 $\mu\text{m}$ である。図8において、直列共振器のIDTの電極指の周期=4.60 $\mu\text{m}$ 及び4.54 $\mu\text{m}$ 、並列共振器のIDTの電極指の周期=4.80 $\mu\text{m}$ である。図10において、直列共振器のIDTの電極指の周期=4.60 $\mu\text{m}$ 、4.54 $\mu\text{m}$ 、4.58 $\mu\text{m}$ 及び4.52 $\mu\text{m}$ 、並列共振器のIDTの電極指の周期=4.80 $\mu\text{m}$ である。

【0034】また、図7、図8、図10のいずれの直列共振器とも開口長=100 $\mu\text{m}$ 、電極指の対数=157対とし、並列共振器の開口長=120 $\mu\text{m}$ 、電極指の対数=78対とする。ここで、直列共振器の電極指の対数は、インピーダンス整合条件(50 $\Omega$ )を満たすように設定されたものである。

【0035】図7の従来例では、通過帯域の高周波側の抑圧度を見ると、870.8MHzから902.5MHzの31.7MHzの帯域幅で20dB以上の抑圧度が確保されている。これは前記した図6のこの発明の抑圧度の帯域幅(44.6MHz)よりも狭い。図8の従来例では、865MHzから875MHzと、877.5MHzから890.8MHzの2つの領域で20dB以上の抑圧度が確保されているが、この発明の抑圧度の帯域幅よりも狭い。図9の従来例では、870MHzから907.5MHzの37.5MHzの帯域幅で20dB以上の抑圧度が確保されているが、これもこの発明の第2実施例の抑圧度よりも、帯域幅が狭い。

【0036】次に、図4、図5に示したこの発明の第2実施例の弾性表面波フィルタの方が、これと同様に4つの周期すなわち4つの共振周波数を持ち、ほぼ同等の通過特性を持つ図10の従来例よりも、フィルタチップ面積が小さくなることを示す。

【0037】IDT1の電極指が形成されるくし形電極部の面積は、電極指の周期P $\times$ 電極指の対数A $\times$ 開口長Bで決定できる。図10においては、前記したように周期P=4.52~4.60 $\mu\text{m}$ であり4通りある。対数A=157、開口長B=100 $\mu\text{m}$ であるので、各直列共振器の面積は、P( $\mu\text{m}$ ) $\times 157 \times 100$ ( $\mu\text{m}$ )で求められる。したがって、図10のような従来の弾性表面波フィルタでは、4つの直列共振器の面積の合計は、 $S_a \approx 288 \times 10^{-9}\text{m}^2$ となる。

【0038】これに対して、図4、5に示したこの発明の第2実施例において、1つの直列共振器の面積は、P( $\mu\text{m}$ ) $\times 78 \times 100$ ( $\mu\text{m}$ )で求められる。ここで図4の直列共振器S4では、P=4.60 $\mu\text{m}$ 又は4.54 $\mu\text{m}$ 、直列共振器S5では、P=4.58 $\mu\text{m}$ 又は4.52 $\mu\text{m}$ である。ここで周期を最も長いP=4.60 $\mu\text{m}$ と考えると、1つの直列共振器の面積は35.8 $\times 10^{-9}\text{m}^2$ となり、2つの直列共振器S4、S5の

合計面積では  $S_b = 71.76 \times 10^{-9} \text{m}^2$  となる。しかし、図4では、周期Pは  $4.60 \mu\text{m}$  より小さい部分があるので、図4の実際の直列共振器の面積の合計はこれよりも少し小さい。

【0039】上記の面積を比較すると、 $S_b < S_a$  であり、この発明の第2実施例の直列共振器の合計面積の方が約  $1/4$  であり、フィルタチップを小さくすることができる。

【0040】図11に、この発明の第2実施例のフィルタチップのレイアウトの概略図を示し、図12に、図10に示した従来のフィルタチップのレイアウトの概略図を示す。フィルタチップを設計する際には、直列共振器の面積の他に、反射器、並列共振器、接続引き回し配線、入出力端子パッド等の面積も考慮しなければならないが、直列共振器の面積が  $1/4$  程度となれば、フィルタチップ全体の大きさは  $1/2$  程度とすることが可能である。

【0041】以上のように、各直列共振器についてIDTの電極指の周期を2つ備えるように電極パターンを設計すれば、従来と同等の通過帯域特性を有し、かつ通過帯域の高周波側での広い周波数範囲で所望の抑圧度を得ることができる。さらに、フィルタチップの面積を従来よりも小さくすることが可能である。

【0042】以上の第2実施例では、2つの直列共振器について、それぞれ2つの周期を備えた例を示したが、これに限定されるものではない。たとえば直列共振器のうちいずれか一つの直列共振器が図5に示すような構成を備えれば、抑圧度、フィルタチップのサイズの低減が可能である。

【0043】また、3つ以上の直列共振器を備えたフィルタを構成した場合には、すべての直列共振器が図5に示す構成を備えてもよいが、少なくとも一つの直列共振器が図5に示す構成を備えればよい。また、図5では、2つの周期を備える場合を示したが、3つ以上の周期を備えるように構成してもよい。また、図5では、2つの区間に分けて周期の異なる電極指を配置しているが、3つ以上の区間に分割してそれぞれの区間ごとに周期を変えてもよい。

【0044】さらに、主として直列共振器についてこの発明の実施例を説明したが、並列共振器についても図5に示す構成を備えるようにしてもよい。すなわち、並列共振器のみについて複数の周期を持つ構成としてもよく、直列共振器の少なくとも1つと並列共振器の少なくとも1つが複数の周期を持つような構成としてもよい。

【0045】また、第1実施例で述べた反射器の格子状電極のランダム配列と、第2実施例で述べたIDTの電極指の複数周期を持つ配置を組み合わせ、直列共振器及び並列共振器を構成してもよい。この場合は、弾性表面波フィルタを構成するすべての直列共振器と並列共振器を対象としてもよいが、一部の直列共振器又は並列共

振器のみに格子状電極のランダム配列の構成を適用し、他の一部の共振器にIDTの電極指の複数周期配置の構成を適用してもよい。また、一部の直列共振器又は並列共振器に格子状電極のランダム配列とIDTの電極指の複数周期配置の両方を適用してもよい。

【0046】すなわち、この発明の実施例で述べた構成の組合せは種々のものが考えられ、要求される抑圧度、フィルタチップ面積の制約などの条件に応じて適宜設計すればよい。

【0047】

【発明の効果】この発明によれば、1端子対弾性表面波共振器の電極指を2つ以上の異なる周期を持つように形成しているので、弾性表面波フィルタの大きさを大きくすることなく、通過帯域外の所定の周波数帯域において所望の抑圧度を得ることができる。また、1端子対弾性表面共振波の反射器の格子状電極が、その幅及び間隔のそれぞれについて任意の値を持つように形成しているので、通過帯域外の所定の周波数帯域の抑圧度の改善及びリップルの低減ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例の弾性表面波共振器の構成図である。

【図2】この発明の第1実施例の弾性表面波フィルタの回路図である。

【図3】この発明の第1実施例の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図である。

【図4】この発明の第2実施例の弾性表面波フィルタの回路図である。

【図5】この発明の第2実施例の弾性表面波共振器の構成図である。

【図6】この発明の第2実施例の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図である。

【図7】従来の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図である。

【図8】従来の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図である。

【図9】従来の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図である。

【図10】従来例の弾性表面波フィルタの回路図である。

【図11】この発明の第2実施例のフィルタチップのレイアウトの概略図である。

【図12】図10に示した従来のフィルタチップのレイアウトの概略図である。

【図13】従来の弾性表面波共振器の構成図である。

【図14】この発明の反射器の周期と反射率のグラフである。

【符号の説明】

1 IDT (くし形電極部)  
2 a, 2 b 反射器

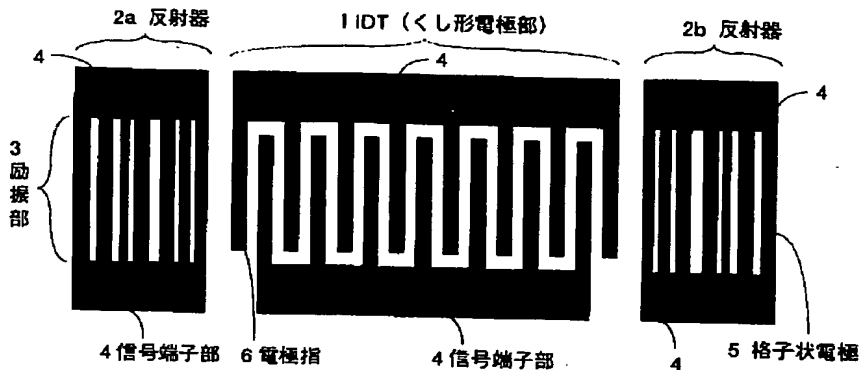


- 3 励振部
- 4 信号端子部
- 5 格子状電極
- 6 電極指

- 7 開口長
- S1, S2, S3 直列共振器
- P1, P2, P3 並列共振器

【図1】

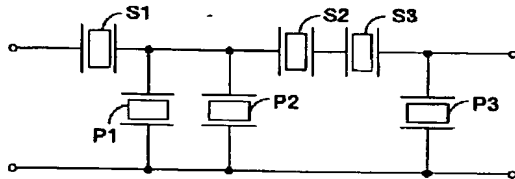
この発明の第1実施例の弾性表面波共振器の構成図



【図2】

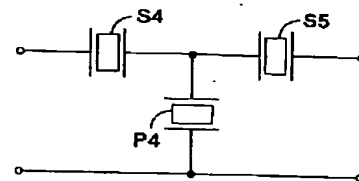
【図4】

この発明の第1実施例の弾性表面波フィルタの回路図



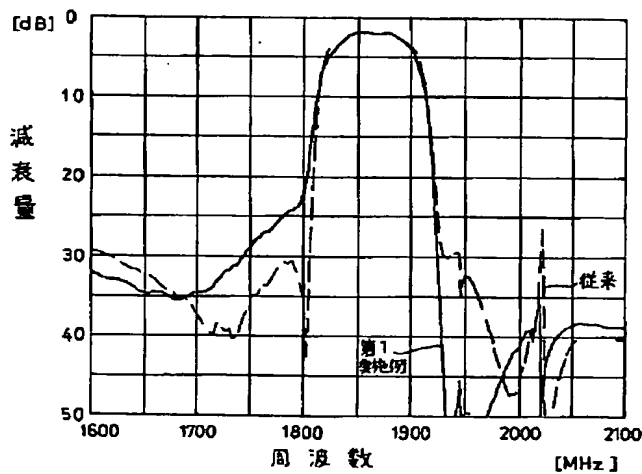
【図3】

この発明の第2実施例の弾性表面波フィルタの回路図

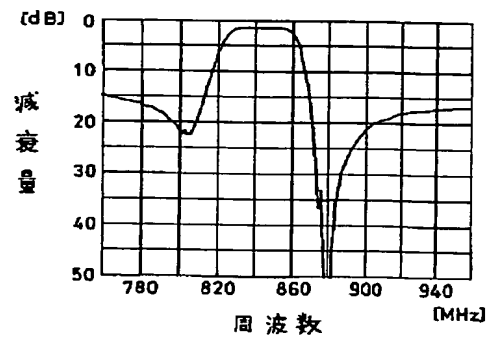


【図7】

この発明の第1実施例の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図

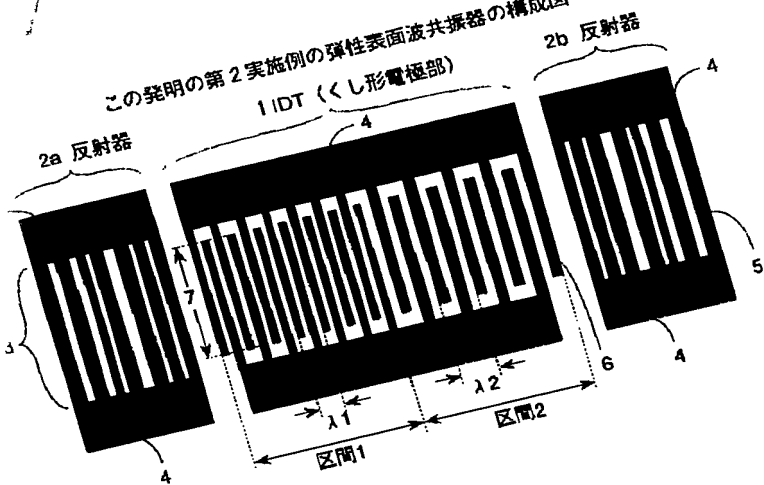


従来の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図



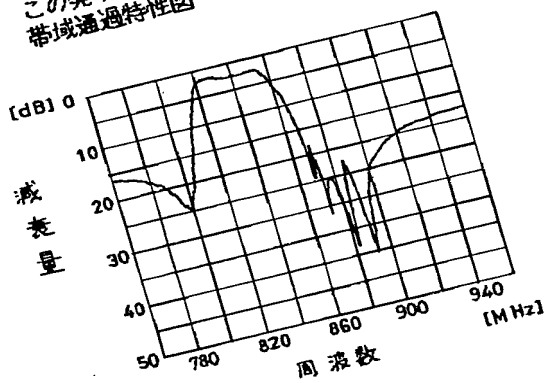
【図5】

この発明の第2実施例の弾性表面波共振器の構成図



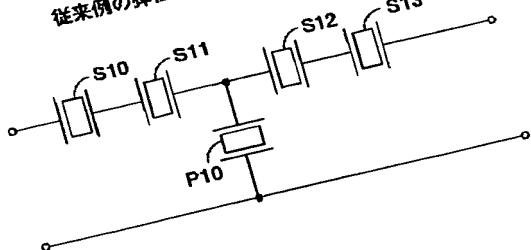
【図6】

この発明の第2実施例の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図



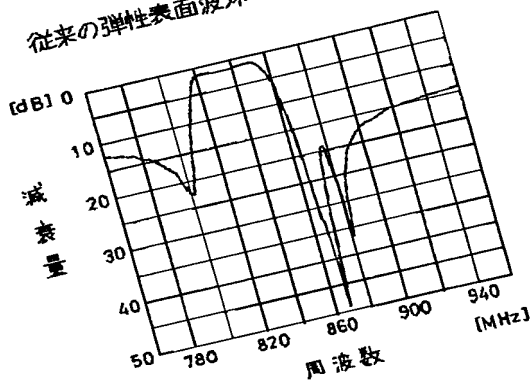
【図10】

従来例の弾性表面波フィルタの回路図



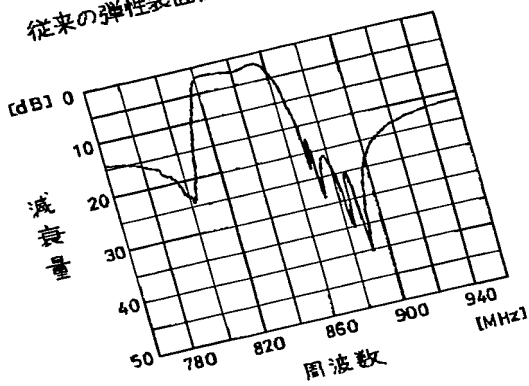
【図8】

従来の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図



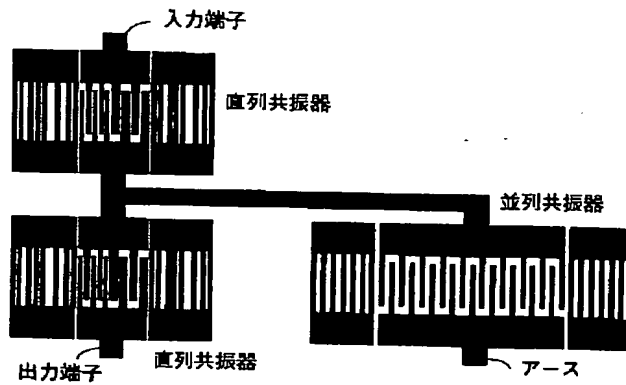
【図9】

従来の弾性表面波フィルタの帯域通過特性図



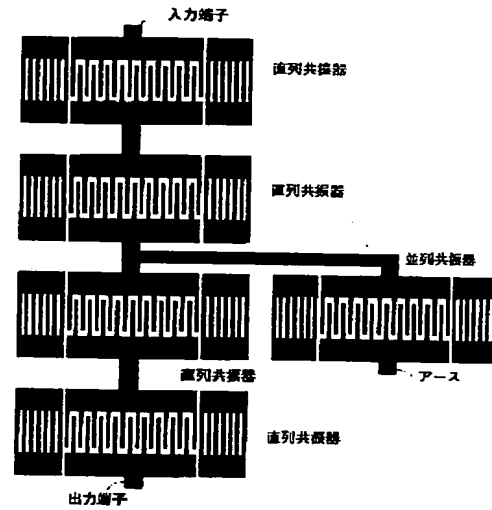
【図11】

この発明の第2実施例のフィルタチップのレイアウトの概略図



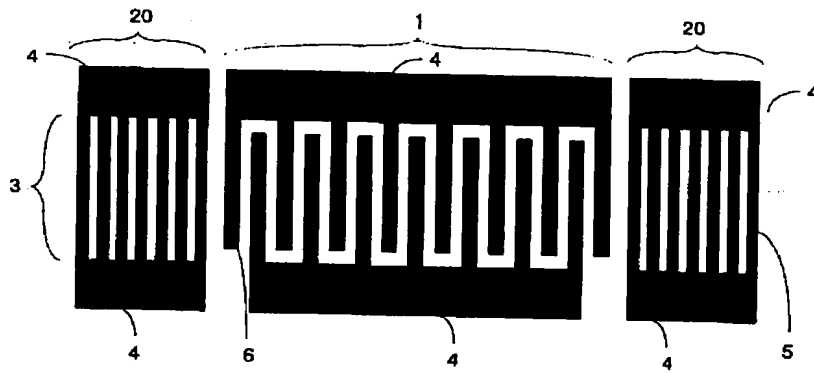
【図12】

図10に示した従来のフィルタチップのレイアウトの概略図



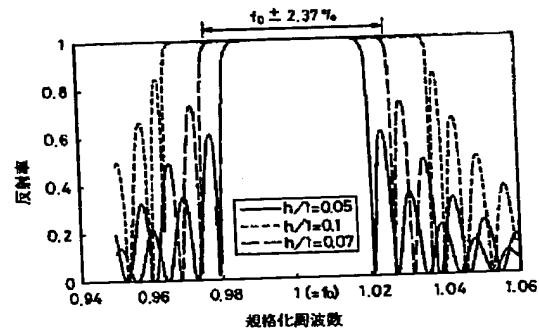
【図13】

従来の弾性表面波共振器の構成図



【図 1 4】

この発明の反射器の周期と反射率のグラフ



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 良夫  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 川内 治  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内